LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA: UM ESTUDO COMPARATIVO SOBRE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

Evandro de Oliveira[a] [evandroo@hotmail.com]

[a] Instituto de Física -USP e Faculdade de Educação -USP

RESUMO

Sabemos que muito se tem discutido e diversas propostas já foram feitas, com o intuito de se contribuir significativamente para a melhoria do ensino de Física, com relação ao laboratório didático. Porém estes esforços, em sua maioria, não foram suficientes para provocar mudanças significativas nas práticas das salas de aula, sobretudo no ensino público. Problemas estruturais na maioria das vezes são apontados pelos professores como a causa principal, e são já bem conhecidas as principais questões: grande número de alunos por sala, ambiente físico inadequado e falta de material experimental são algumas das queixas principais. E se tomássemos como objeto de estudo um laboratório didático, em que tais limitações não estivessem presentes? Qual seria o resultado na aprendizagem dos alunos? Seria possível detectar alguma diferença de desempenho devida às atividades experimentais? Em quais aspectos?

Como linha condutora deste trabalho, adotamos a hipótese afirmativa. Poderia existir uma diferença observável e significativa no desempenho de estudantes que estivessem diretamente ligados a sistemas de ensino com aulas tradicionais teóricas, acompanhadas de aulas de laboratório, quando comparados aos alunos que tiveram aulas tradicionais, exclusivamente teóricas.

Aplicamos um mesmo teste para ambos os grupos, utilizando posteriormente um objeto de análise estatística na expectativa de observar as possíveis diferenças quantitativas relacionadas aos escores obtidos por cada grupo, como também um objeto de análise de conteúdo, para a verificação de prováveis diferenças qualitativas quanto às categorias de respostas dos grupos.

Considerando as diretrizes sugeridas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), estabelecemos como critério de avaliação dos alunos suas competências e habilidades em Física de um modo geral e, mais especificamente, suas habilidades de, dada uma situação-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, prever e avaliar situações semelhantes.

PALAVRAS-CHAVE: Laboratório didático, PCN, Habilidades

INTRODUÇÃO

Uma questão instigante, em trabalhos que se proponham uma avaliação da aprendizagem, é o fato de que a avaliação da aprendizagem decorrente do ensino de laboratório em Física, está também, relacionada ao instrumento de avaliação. Nesse sentido LEVANDOWSKI (1986) relata dois estudos onde procurou demonstrar experimentalmente, que a evidência de aprendizagem decorrente do ensino de laboratório é função do tipo de instrumento usado para se avaliar tal aprendizagem. O primeiro estudo baseou-se num teste usual de múltipla escolha e não se detectou diferença estatisticamente significativa. Já no segundo estudo, fez-se o mesmo tipo de comparação, detectando–se agora, diferença significativa em favor do ensino com laboratório. Utilizou-se um instrumento contendo itens cuja solução era, em princípio, esperada para a maioria dos alunos que tivessem tido aulas de laboratório.

Outro aspecto a ser ressaltado diz respeito à suposição, às vezes implícita nas discussões sobre a função das atividades experimentais no ensino de Física, de que o contato com a experimentação, favorece a aprendizagem, sem maiores dificuldades e de maneira direta, dos conceitos envolvidos. Tal suposição não é confirmada pelos resultados de VILLANI (1993) que, ao contrário, indicam que a observação de experimentos por parte dos estudantes ocorre num contexto

desvinculado ao processo de construção do conhecimento científico ou de evolução intelectual, assumindo esta conotação apenas em determinadas circunstâncias

E quanto à compreensão da Física presente no mundo vivencial, estabelecida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais como competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física? Seria possível detectar alguma diferença significativa nestes aspectos entre alunos com e sem aulas de laboratório? Com base no trabalho de LEVANDOWSKI (1986), estabelecemos o fio condutor de nossa proposta, porém menos preocupados com a aprendizagem de conteúdo e mais voltados ao problema das habilidades e competências a serem desenvolvidas em Física. Mais especificamente, suas habilidades de, dada uma situação-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, prever e/ou avaliar situações semelhantes.

MÉTODO

Utilizamos para o nosso estudo alunos de duas escolas particulares da cidade de Santo André- SP. As turmas eram do turno vespertino, formadas por alunos da mesma faixa etária. As duas escolas foram por nós consideradas como de mesmo nível sócio econômico e equivalentes em vários outros aspectos considerados relevantes para a pesquisa. Os alunos do colégio A foram considerados como grupo experimental (com laboratório) enquanto os do colégio B foram tomados como grupo de controle (sem laboratório). Os grupos tiveram aulas com a mesma professora e foram submetidos ao mesmo conteúdo, não havendo de nossa parte nenhuma participação no processo instrucional. Estabelecemos uma estratégia de estudo pressupondo que o tipo de item aplicado favorece a evidência de aprendizagem decorrente da experiência de laboratório com base nos resultados apresentados por LEVANDOWISK (1986) que relatou:

...detectamos diferença significativa, em favor do ensino com laboratório, usando instrumento contendo itens que poderiam, em princípio, ser mais facilmente resolvidos por alunos que tivessem tido aulas de laboratório.

Estabelecemos o teste com base em problemas de mecânica, e aplicamos aos alunos dos grupos experimental e de controle. Os dados serviram de base para duas análises distintas. A primeira teve por critério verificar o comportamento dos escores obtidos pelos grupos, enquanto a segunda buscou descrever as categorias de respostas apresentadas, sendo que a correção do teste foi feita por nós e não pela professora dos grupos, na tentativa de evitar o efeito de halo, qual seja, *julgamento influenciado por peculiaridades dos alunos ou avaliações anteriores* KRASILCHIK (2001). Em outras palavras, desempenhos anteriores do estudante poderiam influenciar o examinador sem mesmo que este se apercebesse. A atribuição de pontos a cada item correto foi definida de maneira que a pontuação máxima para um teste fosse 10.

RESULTADOS

De modo geral, uma técnica que serve para descrever o conteúdo obtido em qualquer tipo de comunicação é a Análise de Conteúdo. Dessa forma buscamos através da análise sistemática das respostas dos alunos fazer um levantamento das mensagens principais que pudessem se tornar categorias. Assim como fez MEDEIROS (1995) *o procedimento adotado foi ler e reler várias vezes estas mensagens, para que a partir daí encontrássemos uma certa regularidade.*

O processo de focalização das categorias de respostas foi gradativo, inicialmente foram estabelecidas algumas, que com o passar do tempo foram eliminadas, e também criadas outras, sendo que percebemos categorias comuns entre aqueles que tiveram aulas exclusivamente teóricas e os que tiveram aulas adicionais de laboratório. A principal delas está relacionada à concepção errônea sobre o par ação-reação, que atuam num mesmo corpo. A idéia do *impetus* também esteve presente em diversas respostas e constituiu, portanto, uma categoria. Outras categorias de resposta selecionadas foram a velocidade de dois corpos quando são diferentes, então suas acelerações também são diferentes; a categoria de resposta de que se dois corpos possuem velocidades diferentes as forças que atuam sobre estes corpos também são diferentes e finalmente a categoria de resposta que apresentava a concepção que Força é proporcional à velocidade.

Uma característica marcante que diferenciou os grupos está relacionada ao fato dos alunos

do grupo experimental terem apresentado uma quantidade de respostas discursivas significativamente maior que os alunos do grupo de controle. Neste, por sua vez, os alunos geralmente optavam por aplicações diretas de fórmulas, o que nem sempre era possível devido à natureza das situações-problema apresentadas e para as quais se esperava uma resposta mais qualitativa. Neste caso foi possível destacar tratar-se de competência ou habilidade necessária à identificação da situação física proposta, utilização modelos físicos, previsão, avaliação ou análise de previsões. Assim, como primeira categoria, selecionamos o *tipo de resposta apresentada* pelo aluno, podendo ser discursiva ou simplesmente através de aplicação direta de fórmula, posteriormente dividida em duas outras categorias: *recorre à aplicação de fórmula* ou *recorre à resposta discursiva.* Em seguida, foi possível verificar também a ocorrência de um erro bastante comum. Em muitas respostas os alunos afirmavam que a existência de um par de forças ação-reação implicava em resultante nula num determinado corpo. Este erro conceitual esteve presente em muitas das respostas, tanto do grupo experimental quanto de controle e aparentemente não está relacionado ao tipo de resposta, discursiva ou não.

Respostas incorretas que deixavam implícita a concepção de que a Força seria proporcional a velocidade [$F= a\ (v)$] apareceram em diversas ocasiões, geralmente associadas a questões relacionadas a lançamentos de objetos (No teste, evitamos a utilização do termo *lançamento oblíquo*, que poderia descaracterizar o aspecto de relação com o cotidiano das questões - ninguém estabelece um *lançamento oblíquo* de uma bola de basquete em direção a uma cesta, simplesmente *lança a bola*) . Em diversas ocasiões foram apresentadas também concepções relacionadas à teoria do *impetus*, ainda relacionadas a lançamento de objetos. Sinteticamente, as categorias de respostas apresentadas podem ser relacionadas como indicado na Tabela 1.

Categoria	Descrição da categoria	Grupo experimental	Grupo de controle
1	Recorre à aplicação de fórmula	25,8 %	50,0 %
2	Recorre à resposta discursiva	74,2 %	50,0 %
3	Par ação-reação no mesmo corpo	36,4 %	38,7 %
4	$F = \alpha\ (v)$	33,7 %	36,9 %
5	Recorre à teoria do *impetus*	26,4 %	28,2 %

Tabela 1: Categorias de respostas apresentadas pelos alunos e porcentagem de incidência por categoria por grupo .

A Tabela 2 mostra dos dados relativos aos escores obtidos pelos grupos. Observa-se que a média do grupo experimental foi superior à do grupo de controle. Os coeficientes de fidedignidade estimados para esse teste estão apresentados na Tabela 3.

Grupo experimental (com laboratório)			Grupo de controle (sem laboratório)			F	F significativo ao nível 0,05	t	t significativo ao nível 0,05
N_1	X_1	S_1	N_2	X_2	S_2				
11	6,3	2,4	28	3,9	3,0	1,7	não	1.3	não

Tabela 2: F é o coeficiente entre as variâncias, t é a variável característica do teste de significância utilizado, X é a média dos escores, S é o desvio padrão dos escores e N é o número de alunos.

Grupo experimental	Grupo de controle
0,48	0,71

Tabela 3: Coeficientes de fidedignidade estimados para o teste aplicado.

Quanto às limitações do presente estudo, a primeira diz respeito à aleatoriedade que, por motivos de ordem prática, não foi possível fazer a distribuição aleatória dos estudantes nos grupos experimental e de controle. Outra limitação diz respeito ao baixo número de experimentos realizados pelos estudantes do grupo experimental (um a cada 15 dias), o que tornaria pouco considerável seu efeito sobre a aprendizagem do aluno. Outra possível fonte de invalidade interna deste estudo tem a ver com o fato de os coeficientes de fidedignidade terem alcançado valores apenas razoáveis, ou seja pode ter havido problema com o instrumento de medida.

Além disso, um aspecto que não pode deixar de ser mencionado está relacionado à impossibilidade apresentada por ambas as escolas para a aplicação de um pré-teste, o que nos fez assumir a hipótese de que inicialmente os alunos de ambos os grupos apresentavam as mesmas características. Por outro lado, algumas variáveis puderam ser controladas a contento, como no caso de estabelecermos dois grupos de alunos que tivessem aulas com o mesmo professor, o qual também foi responsável pelas atividades de laboratório ministradas ao grupo experimental, além do que foi possível efetuar uma correção anônima do teste, evitando assim um provável efeito de halo.

A análise dos resultados apresentados nos leva a considerar que o instrumento utilizado não possibilitou a verificação de diferença estatisticamente significativa nas médias dos escores dos alunos, em favor do ensino com laboratório. Embora a média dos escores dos alunos com aulas de laboratório tenha ficado acima da média dos alunos sem laboratório, o tratamento estatístico dos dados não possibilitou a rejeição da hipótese nula (H_0) no nível 0,05 de significância.

Quanto às categorias de resposta apresentadas, não houve elementos que pudessem indicar o favorecimento para qualquer dos grupos, exceto pela característica marcante apresentada pelo grupo experimental de emitir respostas predominantemente discursivas, em comparação aos alunos do grupo de controle cujas respostas eram, em grande parte, tentativas de aplicação direta de fórmulas, não sendo este, contudo, um aspecto relevante para a determinação de acerto ou erro de uma determinada questão. Apenas devemos ressaltar que este seja talvez um indício de habilidade para uma efetiva articulação entre as leis e teorias físicas, necessária para a identificação de uma situação proposta e elaboração de uma resposta adequada.

CONCLUSÕES

Foram apresentados os resultados de um estudo comparativo entre o desempenho de alunos que estão submetidos a aulas convencionais teóricas, acompanhadas de aulas de laboratório e alunos com aulas convencionais, exclusivamente teóricas. A análise qualitativa das respostas dos alunos indicou a presença de categorias comuns aos dois grupos, não sendo portanto capaz de confirmar a hipótese inicial, enquanto que a análise dos escores dos grupos, por sua vez, não apresentou diferenças estatisticamente significativas, em favor do ensino com laboratório.

De qualquer modo, não podemos deixar de mencionar que os resultados nos trouxeram certa surpresa, na medida em que esperávamos apreciar diferenças mais significativas nas categorias de respostas durante a análise qualitativa. Ficou evidente que o estudo contém falhas, decorrentes principalmente da dificuldade de se fazer pesquisa com turmas em situações reais de sala de aula e também relacionados ao instrumento de medida, evidenciado principalmente pelos baixos valores dos coeficientes de fidedignidade estimados para o teste (0,48 e 0,71).

Contudo, uma reflexão mais criteriosa sobre o presente trabalho nos leva a admitir que tocamos em pontos fundamentais: a avaliação das competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física e a importância do laboratório neste novo contexto, visto que habilidades e competências concretizam-se em ações, objetos, assuntos e experiências pessoais que envolvem um determinado olhar sobre a realidade, ao qual denominamos Física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Krasilchik, M. As Relações Pessoais na Escola e a Avaliação, In: Castro, A. D. e Carvalho, A. M. P., Ensinar a Ensinar - Didática para a Escola Fundamental e Média, Pioneira/ Thompson Learning, São Paulo, 2001.

Levandowski, C. E. Influência do Instrumento na Avaliação da Aprendizagem Decorrente do Ensino de Laboratório em Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 3 (3), p. 122-133, Florianópolis, 1986.

Medeiros, A. F. Análise das Dificuldades dos Alunos num Curso Introdutório de Laboratório de Física para Engenheiros na Paraíba, Tese (Mestrado), IFUSP/FEUSP, São Paulo, 1995.

Villani, A. Representações Mentais e Experimentos Qualitativos. Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 15, N^{os} (1 a 4), p. 74-89, 1993.